

New Holland T8.330, la gestión integral de motor y transmisiones a examen

El pasado 27 de septiembre, después de la llegada de la deseada lluvia el día anterior, pudimos ensayar el tractor New Holland T8.330. Los ensayos realizados comprendieron una prueba de alzado con vertedera de siete cuerpos llevada a cabo en un rastrojo de maíz

próximo a la localidad de Tabanera la Luenga (Segovia) y una prueba de transporte con un remolque cargado completamente de maíz picado (más de 30.000 kg en total) por un camino aledaño a la localidad de Escarabajosa de Cabezas (Segovia).



Adolfo Moya, Pilar Barreiro,
Miguel Garrido, Belén Diezma,
Constantino Valero.

LPF_TAGRALIA, Universidad Politécnica de Madrid.

El tractor ensayado es uno de los representantes de la marca New Holland dentro del segmento de tractores de mayor potencia del mercado, concretamente el T8.330 alcanza 284 CV de potencia nominal y hasta 327 CV cuando actúa la gestión electrónica de potencia. El motor Cursor proporciona esta potencia con una cilindrada de 8.700 cm³ repartidos en sus 6 cilin-

dros y cumple con la normativa de emisiones Tier 4 provisional o Stage IIIB mediante el empleo de la tecnología de reducción catalítica selectiva (SCR) en la que el nivel de óxidos de nitrógeno (NOx) contaminantes es reducido mediante la adición de una solución de urea en el escape. En el **cuadro 1** se resumen las especificaciones técnicas del tractor ensayado.

Uno de los aspectos destacables de este modelo es el reducido radio de giro, 4.970 mm según catálogo, para un tractor de 3.450 mm de distancia entre ejes. Esto

se logra gracias a un sistema de giro que consiste en un eje que consigue hasta 55° de ángulo de giro gracias a la estructura específica del chasis del tractor (**foto 1**), lo cual le dota de una maniobrabilidad superior, aunque tenga la mayor distancia entre ejes de su clase. Otro de los aspectos cuidados en este modelo es la facilidad de acceso a determinados elementos, como los radiadores (**foto 2**) o el filtro del aire, para la realización de las tareas de mantenimiento.

Un elemento relevante es el sistema GSM, de gestión de la velocidad de avance. Este sistema gestiona el motor y la transmisión para obtener la máxima eficiencia manteniendo el tractor a una velocidad de avance establecida por el operador. El sistema permite gestionar la transmisión mecánica Full Powershift, con cambio electrohidráulico para las 19 veloci-



Foto 1. Sistema de giro en el eje delantero del tractor.



Foto 2. Radiadores abatibles para facilitar su limpieza.

dades dentro de la gama, ajustando los parámetros del motor de forma simultánea para trabajar en condiciones de alta eficiencia.

Descripción de los ensayos

Se realizaron dos tipos de ensayo: arada con vertedera y transporte con remolque. El primero se llevó a cabo sobre rastrojo de maíz en regadío, programándose la labor de vertedera a 8 km/h y una profundidad de 30 cm, condiciones exigentes que nos permitieran determinar el efecto de la gestión electrónica conjunta del motor y la transmisión Full Powershift (cambio electrohidráulico) de 18+1 velocidades. El transporte se realizó con un remolque cargado de maíz picado con un peso total del conjunto tractor remolque de 32.560 kg, empleando los modos manual y automático de gestión del motor, en sucesivos trayectos. Aunque la caja de cambios del tractor permite alcanzar los 50 km/h, el ensayo fue realizado a la máxima velocidad permitida para el conjunto tractor-remolque, 25 km/h.

Labor de arada

Las condiciones del suelo se determinaron en nueve puntos de la parcela, determinados en zig-zag a lo largo de 5.000 m² de superficie. Los resultados indican que la parcela se encontraba en buenas condiciones de

CUADRO I. Especificaciones técnicas del tractor New Holland T8.330

Motor	
Potencia nominal con gestión de potencia del motor (kW/CV) (ISO TR14396 - ECE R24)	235/319
Potencia nominal (kW/CV) (ISO TR14396 - ECE R24)	209/284
Potencia máxima con gestión de potencia del motor (kW/CV) (ISO TR 14396 - ECE R24)	241/327
Potencia máxima (kW/CV) (ISO TR 14396 - ECE R24)	230/312
Nº cilindros /cilindrada (cm ³)	6/8.700
Diámetro / Carrera (mm)	117/135
Régimen nominal (r/min)	2.000
Máx. par motor (ISO TR14396)	1.397 a 1.500
Reserva de par (%)	40
Volumen depósito combustible (l)	651
Volumen depósito AdBlue (l)	89
Nivel de emisiones	Tier 4A
Transmisión y toma de fuerza	
Tipo	Sistema IntelliShift
Gestión de la velocidad de avance	Sistema GSM
Gama de velocidades:	Ultra Command con Full PowerShift 19x4 (50 km/h)
Velocidad mínima (km/h)	3,34
Elevador	
Capacidad máx. del elevador trasero de levantamiento en las rótulas (kg)	9.130
Capacidad máx. del elevador delantero (durante toda la fase de elevación) (kg)	5.810
Ejes	
Suspensión del eje delantero	Terraglide
Ángulo de giro (°)	55
Radio de giro con eje delantero estándar/Terraglide (mm)	4.970/4.970
Pesos	
Peso sin lastre (con eje delantero suspendido Terraglide)	11.315
Dimensiones¹	
Ancho mínimo (mm)	2.534
Longitud total (mm)	6.369
Distancia entre ejes (mm)	3.450
Luz libre (mm)	364
Ancho de vía (mín/máx) (mm)	1.727/2.235

¹ Con neumáticos traseros 710/70R38.

tempero ($14,4 \pm 1\%$ de humedad), aunque su densidad aparente alcanzó valores altos $1,74 \pm 0,04$ g/cm³. El índice de cono (valor medio de la resistencia a la penetración en las 7 pul-

gadas más superficiales) se situó en 840 kPa ± 130 kPa (**fotos 3 y 4**). Una particularidad de la parcela en la que se llevó a cabo el ensayo es la presencia de rodales con un importante



Fotos 3 y 4. Toma de muestras de suelo y comprobación de la resistencia a la penetración en varios puntos de la parcela.



Fotos 5 y 6. Arado Pöttinger Servo 6.50 Nova Plus de siete cuerpos empleado en la prueba de arada.

CUADRO II. Efecto del sistema GSM y la suspensión activa en los parámetros de motor.

	Análisis de Varianza: F de Fisher (nivel de significación)				
	Régimen motor	Presión de inyección	Consumo horario	Carga del motor	Consumo de AdBlue
Gestión electrónica	19.136,0 **	12.787,0 **	2.781,0 **	2.030,8 **	304,9 **
Suspensión Activa	27,1 **	35,0 **	28,9 **	30,4 **	35,8 **

El doble asterisco indica que los resultados son significativos al 1%.

contenido en arcilla. En la fecha del ensayo, estas zonas arcillosas presentaban una gran adherencia, lo que incrementaba de forma notable la fuerza de tiro necesaria cuando el apero atravesaba alguno de estos rodales. La presencia de éstos puede ser explicada por la pérdida parcial del horizonte superficial debida a la erosión y al afloramiento del horizonte rico en arcilla propio del tipo de suelo de la

zona, un Xeralf, según el mapa de suelos de España.

Para la labor se empleó un arado Pöttinger Servo 6.50 Nova Plus (fotos 5 y 6). Se trata de un arado de vertedera semi-supendido reversible de siete cuerpos, con sistema de ajuste hidráulico del ancho de trabajo y sistema de seguridad contra obstáculos hidroneumático. Para el ensayo el apero montaba ver-

tederas de tiras (o acostilladas), trabajando a un ancho de corte de 43 cm (3,01 m de ancho total). Se realizaron unas pasadas previas para regular el apero y que éste quedase correctamente aplomado (foto 7). En este ensayo se evaluó tanto el efecto de la gestión de motor como el uso de la suspensión activa en el eje delantero. Para ello se marcó en campo una besana de 100 m y se registraron datos en dos pasadas consecutivas para las cuatro modalidades: manual versus gestión motor (GSM), y suspensión activa conectada versus desconectada.

En total se registraron más de 10.000 datos de motor correspondientes a las cuatro combinaciones anteriormente mencionadas. Entre los datos registrados figuran: el consumo de solución de urea (g/h) AdBlue, combustible inyectado (mg por cilindro y ciclo), el régimen del motor (rpm), el par efectivo (Nm), el nivel de carga (%) y la presión de combustible (bar).

A partir de ellos, se calculó el consumo horario de combustible sobre la base del número de cilindros (6), considerando que son necesarias dos vueltas de cigüeñal para completar un ciclo del motor y aplicando la correspondiente densidad del gasoil (0,845 kg/l a 20°C). El consumo de solución de urea se estableció en porcentaje del consumo de combustible tanto en masa como en volumen. Para ello se ha de tener en cuenta la densidad del AdBlue (1,0895 kg/l a 20°C); en las figuras no se han incluido las barras de error por situarse en todos los casos por debajo del 1%. Es importante indicar, como en anteriores ocasiones, que los datos procedentes de la centralita del motor no tienen valor de certificación pero sí a título comparativo.



Foto 7. Vista trasera del tractor en una de las pasadas previas, donde el apero no estaba completamente aplomado.

Análisis de varianza

Una vez registrados los datos, se seleccionaron los tramos de labor de manera que el número total quedó reducido a aproximadamente 7.500 registros. A este conjunto de datos se aplicó en primer lugar un análisis de varianza para verificar la significación de los factores a estudio: gestión de motor y suspensión activa. El **cuadro II** muestra los resultados del análisis de varianza en términos de los valores de la F de Fisher que indican que en todos los parámetros de interés –consumo horario de combustible, consumo relativo de AdBlue (%), régimen (r/min) y nivel de carga de motor (%) y presión de inyección (bar)–, existe un muy elevado efecto del sistema de gestión. Sin embargo, el efecto de la suspensión, aun siendo significativo, se sitúa entre uno y dos órdenes de magnitud por debajo del sistema de gestión (entre 10 y 100 veces menos importante según el caso).

Régimen del motor y presión de la inyección

La **figura 1** muestra que el régimen del motor se sitúa en torno a 1.600 r/min cuando se trabaja en gestión automática del motor y las transmisiones, mientras que ronda las 1.900 r/min en modo manual. Asimismo, la presión de inyección de combustible es 200 bar más elevada en modo manual (alrededor de 1.300 bar) respecto al modo GSM (alrededor de 1.100 bar, **figura 2**).

Consumo de combustible y AdBlue

Tanto el régimen del motor como la presión de inyección tienen un impacto directo sobre el consumo, aspecto que queda corroborado cuando se compara el cómputo final de consumo de combustible, tanto por unidad de superficie (l/ha) como por volumen de terreno removido (mg/m³), para ambos modos

de trabajo (**figura 3**). En promedio se produce un ahorro del 17% de combustible por volumen de terreno removido cuando se trabaja con el sistema de gestión automática del motor y las transmisiones activado. Además el consumo relativo de AdBlue, es decir, por unidad de combustible consumida (bien en masa o en volumen), es también significativamente inferior (un 17% menor) en el modo GSM respecto al de gestión manual (**figura 4**). Todo ello queda ratificado cuando se compara además el nivel de carga del motor (**figura 5**) que ronda el 70% en modo GSM respecto a más de un 80% en modo manual. Tal y como ha reflejado el análisis de varianza, el efecto de la suspensión activa aun siendo significativo (debido al elevadísimo número de datos registrados) es prácticamente testimonial, y a modo de resumen podemos indicar que el modo de gestión automático (GSM) re-

Figura 1

Regímenes medios de motor para los cuatro modos de trabajo ensayados.

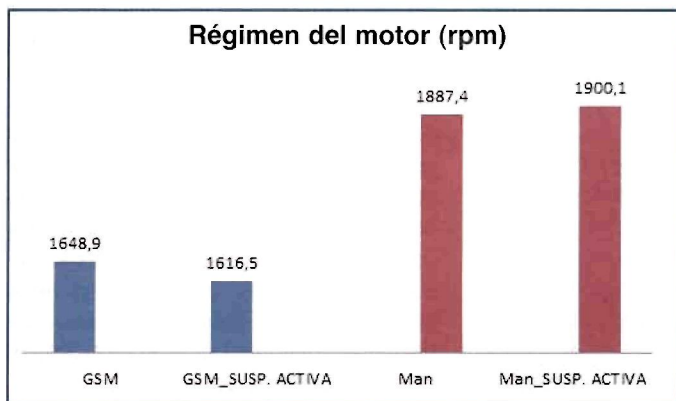


Figura 2

Presión media de inyección para los cuatro modos de trabajo ensayados.

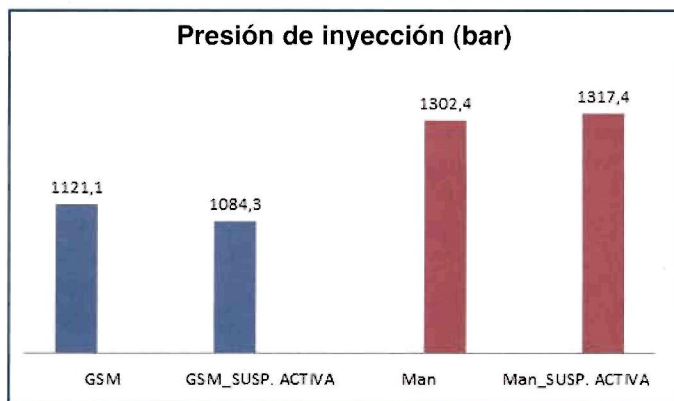


Figura 3

Consumos medios de combustible por superficie y por volumen de terreno removido.

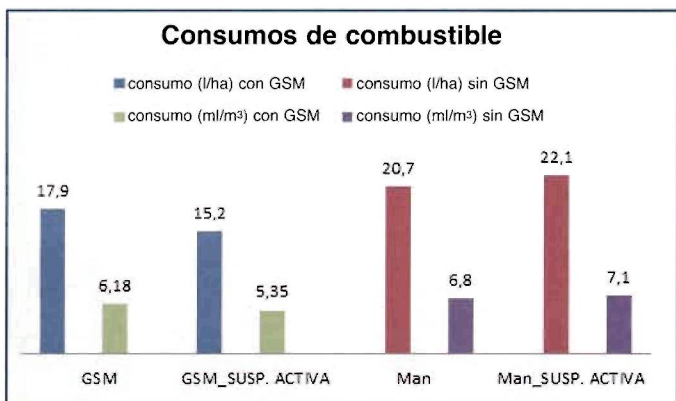
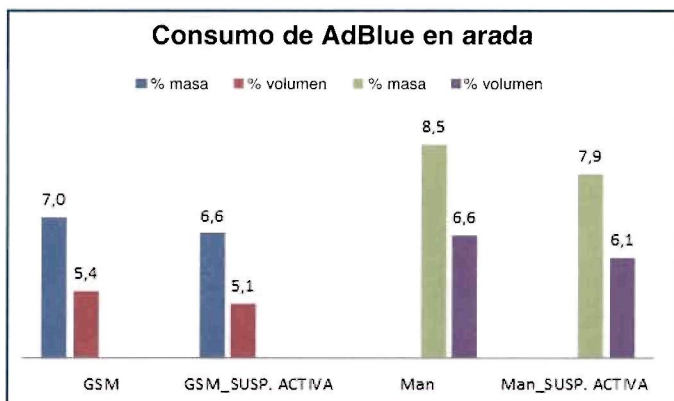


Figura 4

Consumos medios relativos de AdBlue en porcentaje en masa y en volumen respecto al consumo de combustible.



CUADRO III. Parámetros de la labor de arada obtenidos para los cuatro modos de trabajo ensayados.

	V. teórica (km/h)	V. real (km/h)	Ancho teórico (m)	Ancho real (m)	Recubrimiento (%)
GSM	8	7,23	3,01	2,89	4,1
GSM_SUSP. ACTIVA	8	7,68	3,01	2,95	2,0
Manual	8	7,54	3,01	2,84	5,7
Man_SUSP. ACTIVA	8	7,83	3,01	2,87	4,7

CUADRO IV. Capacidad de trabajo y consumos de combustible para los distintos modos de trabajo.

	Capacidad de trabajo (ha/h)	Consumo (l/h)	Consumo (l/ha)	Profundidad (cm)	Consumo (ml/m³)
GSM	2,09	37,37	17,91	29,00	6,18
GSM_SUSP. ACTIVA	2,26	34,30	15,15	28,30	5,35
Manual	2,14	47,24	22,07	32,45	6,80
Man_SUSP. ACTIVA	2,25	46,41	20,65	28,95	7,13

fuerza los resultados en términos de reducción de consumo (tanto de combustible como el relativo de AdBlue), presión de inyección y carga del motor.

Los **cuadros III y IV** resumen los valores de capacidad de trabajo y consumos registrados en la operación de arada. El consumo de combustible resulta claramente favorable en los casos de utilización del sistema GSM respecto al manual basándose en los consumos de gasóleo por volumen de suelo removido (ml/m³) que corrigen las pequeñas diferencias en cuanto a profundidad y ancho de labor entre las distintas pruebas (ya indicado en la **foto 8**). En todos los casos, el ancho real de la labor fue siempre inferior al teórico lo que indica un cierto solapamiento de pasadas (alrededor del 5%).

Sensaciones al volante

Los números son contundentes en cuanto a la utilidad del modo automático de gestión del motor y las transmisiones. Cabe ahora destacar cuál fue la sensación de conducción, pues resulta diferente y casi contraria a la experiencia habitual. En modo GSM el tractor parece que va más sujeto, e incluso se percibe un mayor riesgo de calado que no llega a producirse en ningún momento, siendo esta labor de sujeción la que permite aminorar las diferencias en consumo de combustible y magnificar las diferencias en consumo de AdBlue, pues en relativo es también inferior en modo GSM al modo manual. Parece claro que habremos de acostumbrarnos a una nueva percepción de la conducción si queremos maximizar la eficiencia energética

de los nuevos modelos de tractores. Según los resultados de velocidades instantáneas mostrados en la **figura 6**, el modo de trabajo en el que la velocidad se mantiene más estable dentro de un rango adecuado (± 1 km/h respecto a la velocidad de consigna) es en el que se activa el sistema GSM junto con la suspensión activa.

Transporte de maíz forrajero

Para el ensayo de transporte se utilizó un remolque con doble eje basculante lleno de maíz recién cosechado (**fotos 9 y 10**), el peso total en báscula del conjunto tractor-remolque resultó de 32.560 kg. El ensayo se llevó a cabo realizando un trayecto de ida y vuelta por un camino rural, en modos GSM y manual, en ambos casos con suspensión activa.

Análisis de varianza y consumo

En la tarea de transporte disponemos de 16.300 registros de motor, a los que se ha aplicado un análisis de varianza (**cuadro V**) que ratifica el elevado nivel de significación del sistema de gestión electrónica del motor respecto al modo manual. Así cuando trabajamos en modo GSM, el tractor trabaja a menos revoluciones que en modo manual (valor medio de 1.520 r/min respecto a 1.710 r/min respectivamente), con menor consumo de combustible (3,1 respecto a 3,6 l/km), y menor consumo relativo de AdBlue (3,8% respecto a 4,3%, expresado en volumen), aunque el nivel de carga del motor es similar (46% en ambos casos). El **cuadro VI** aporta los datos de consumo por kilómetro recorrido, así como consumo relativo de AdBlue.

Figura 5

Cargas de motor medias para las distintas condiciones ensayadas durante la labor de arada.

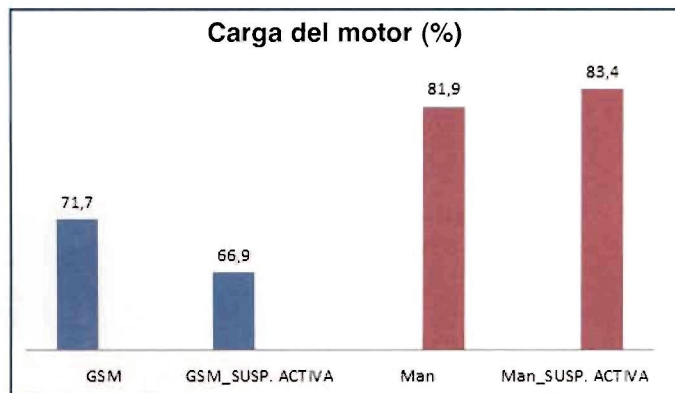


Figura 6

Velocidades instantáneas determinadas mediante DGPS para los distintos modos de trabajo ensayados.

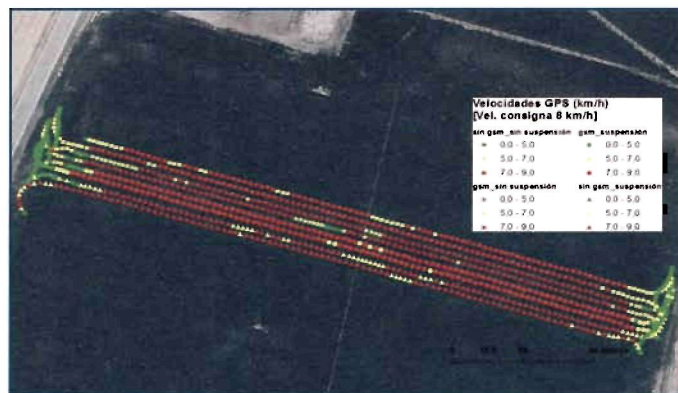




Foto 8. La profundidad de la labor se comprobó cada 25 m en todas las pasadas.

Análisis de temperaturas durante el ensayo

La monitorización de las temperaturas de ciertos elementos durante los ensayos permite detectar posibles anomalías o sobrecargas. Este seguimiento se llevó a cabo de forma continua para algunos elementos (depósito de combustible, trompeta trasera y reducción final delantera), mediante la colocación de sensores de temperatura inalámbricos Turbo-Tag (**figura 8**) y mediante la toma de imágenes térmicas en momentos puntuales. Las imágenes térmicas, revelan no solo la temperatura media de los elementos supervisados, sino también su distribución espacial (**fotos 11 y 12**). Las temperaturas medidas a lo largo de todo el ensayo resultaron completamente

Velocidad de trabajo

La **figura 7** indica el perfil de altitud relativo al recorrido (5,7 km contando ida y vuelta) a una velocidad media de 22,7 km/h en modo GSM y 23,8 km/h en modo manual. En la **figura 7** también se muestran las velocidades instantáneas durante los recorridos de ida y vuelta para ambos modos en una escala de colores donde el naranja corresponde a una velocidad igual a la de consigna \pm un 10% de variación. La mayor uniformidad de velocidad durante el transporte con el GSM activado resulta patente.

Sensaciones al volante

Una vez más los números se decantan a favor de la gestión electrónica. Consultado el técnico del LPF_TAGRALIA, Antonio Rabasco, que estuvo en cabina durante todo el ensayo cabe destacar que la percepción en la conducción en modo GSM se aleja de la experiencia tradicional. Se constata que el tractor se sujeta para evitar prodigarse en regímenes de motor elevados que redundan en un mayor consumo, y esto se traduce en una percepción de "falta de alegría", que sin embargo no se materializa en una menor velocidad de avance. El sonido difiere de la experiencia convencional y es importante no dejarse vencer por la tentación de tomar el control y pasar a modo manual. Los cambios automáticos resultan más suaves que en modo manual, pero hay que recordar que tratamos con una transmisión Powershift que puede carecer de la suavidad de un cambio continuo aunque sin pérdidas de potencia por la gestión hidráulica.



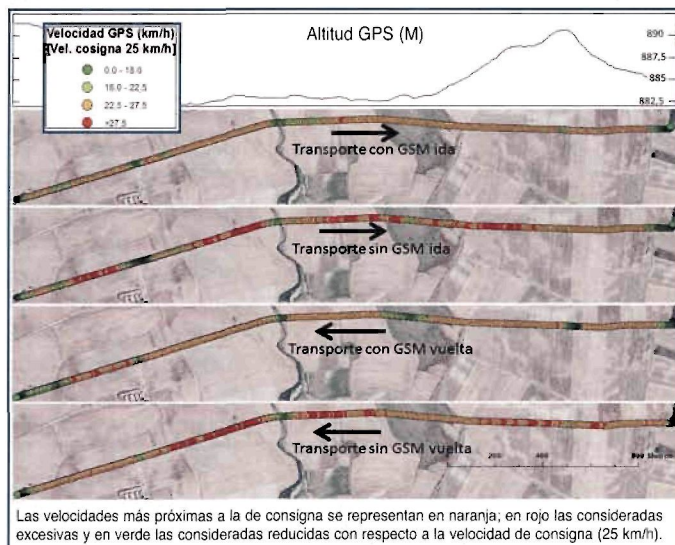
Foto 9. Tractor enganchado al remolque de maíz picado al finalizar su carga en la parcela.



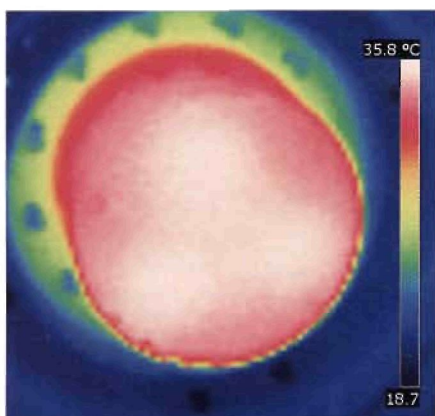
Foto 10. Tractor y remolque al comienzo del recorrido para la prueba de transporte.

Figura 7

Perfil del recorrido y velocidades instantáneas durante la prueba de transporte.



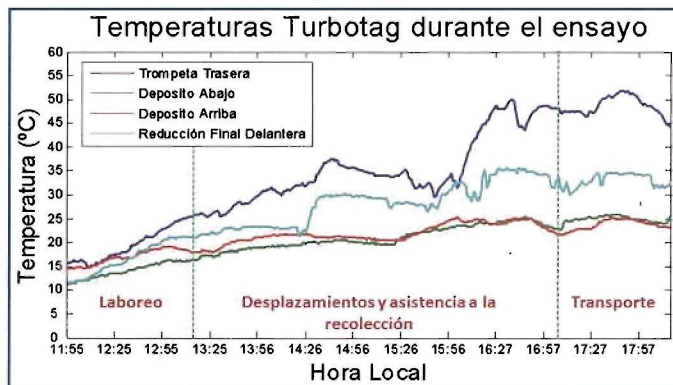
normales (figura 8). Puede apreciarse cómo en los desplazamientos y trabajos de transporte, en los que la velocidad de avance es muy superior, se produce un mayor incremento de la temperatura en los elementos de transmisión.



Fotos 11 y 12. Imagen convencional y térmica de la reducción final delantera del tractor tomadas inmediatamente después del ensayo de transporte.

Figura 8

Evolución de la temperatura en el depósito de combustible y elementos de la transmisión a lo largo de todo el ensayo.



Resulta ilustrativa la imagen térmica de la reducción final delantera adquirida inmediatamente des-

pués del transporte (foto 12), en ella se aprecia la mayor temperatura de los tres satélites en el interior de la reducción final delantera (tres lóbulos blancos que indican una temperatura ligeramente superior en la superficie).

La gestión electrónica del motor y la transmisión es el baluarte de esta serie de tractores que incrementa su eficiencia energética en modo GSM con reducciones comprobadas de consumo del 17%, tanto en relación a la superficie trabajada como al volumen de tierra removida, junto con una reducción del consumo relativo de AdBlue del 17% adicional, respecto al modo manual.

Es importante comprender que el modo de gestión automática genera una experiencia de conducción (ruido y alegría del tractor) muy diferente a lo habitual, que en algún caso puede no parecer adecuada, pero los números son claros en cuanto al consumo de combustible y AdBlue, y las capacidades de trabajo no se ven afectadas.

Cabe destacar la esmerada preparación de los ensayos por parte del personal de New Holland, en la que colaboraron técnicos de Pöttinger, todo ello ha permitido trabajar en terreno sin remover con una elevada capacidad de trabajo (superior a las 2 ha/h) y a elevadas profundidades (30 cm), y realizar un transporte con más de 30.000 kg de peso total. De ahí que las conclusiones relativas a la mayor eficiencia energética del modo automático cobren si cabe mayor relevancia. ●

Conclusiones

Hemos ensayado un tractor de elevada potencia, comparativamente espartano en equipamiento en la versión estándar, pero ágil y eficaz en el trabajo.

CUADRO V. Efecto del sistema GSM en los parámetros de motor durante la prueba de transporte.

Análisis de Varianza: F de Fisher (nivel de significación)				
	Régimen motor	Consumo horario	Consumo de AdBlue	Carga del motor
Gestión electrónica	2.304,7 **	176,6 **	27,9 **	0,26 ns

El doble asterisco indica que los resultados son significativos al 1 % mientras que ns indica que los resultados no son significativos respecto a esa variable.

CUADRO VI. Consumos de combustible y solución de urea durante la prueba de transporte

	Consumo (l/h)	Consumo (l/km)	AdBlue (% masa)	AdBlue (% volumen)
Manual	20,6	3,6	5,6	4,3
GSM	17,9	3,1	4,9	3,8